

Coal Enterprises Circular Economy in the Value Chain Formation of Environmental Values

Zhu Zhaochen

(School of Management, China University of Mining and Technology)
zhuzhaochen@cumt.edu.cn

Abstract: In this paper, study the issue of the formation of environmental values on the circular economy of coal industry value chain, summing up the cycle of economic theory and discussed the industrial value chain theory, based on the establishment of a recycling economy of coal industry value chain optimization model of formation mechanism of environmental values. Reduction in accordance with the principles of circular economy, reduce waste generation and emissions; and then by coal, and the fullest possible use of residue analysis, connection point, building industry value chain, making recycling, to form new value channel, extend the industrial chain. Finally, Shandong Xinwen Mining Group, as an example, analyzes the utilization of coal gangue, with the data confirm the concept of circular economy under the formation of environmental values.

Keywords: economy; value chain; environmental values

煤炭企业循环经济产业价值链中的 环境价值的形成研究

朱兆琛

(中国矿业大学管理学院, 徐州 221116)
zhuzhaochen@cumt.edu.cn

摘要: 本文针对煤炭循环经济产业价值链的环境价值形成问题进行研究, 在总结论述了循环经济理论及产业链、产业价值链理论的基础上, 建立了煤炭循环经济产业价值链的环境价值形成机理优化模型。按照循环经济减量化原则, 减少废弃物的产生和排放; 进而通过对煤炭及其剩余物进行尽可能全面的用途分析, 建立联结点, 构建产业价值链, 使得资源再利用再循环, 形成新的价值通道, 延伸产业链, 使环境成本转化为环境价值。最后, 以山东新汶矿业集团为例, 分析了其煤矸石的利用情况, 用数据证实循环经济理念下环境价值的形成。

关键词: 循环经济; 价值链; 环境价值

0 引言

当今社会, 资源与环境成了人们关注的热点。在我国, 煤炭产业如何走出一条资源节约、生产集约的可持续发展道路成为一项重要的战略任务。循环经济作为一种促使资源、环境与经济协调发展的先进发展模式成为煤炭产业探索新型工业化道路的必然选择。目前, 循环经济研究与实践已经在我国逐步展开, 将循环经济的理念与我国煤炭产业实际相结合, 寻求煤炭产业循环经济发展模式无疑具有重要的战略意义。党的十六大

明确提出: 要“走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化路子”, 使经济社会与环境资源得到协调发展。

以煤炭企业为主体, 以循环经济理念为基础, 以煤炭资源及其剩余物作为循环利用的基础能源和资源, 遵循减量化、再利用、再循环的原则, 通过若干产业层次, 使资源、能源形成梯级循环利用, 以提高资源、能源利用率, 获得价值增值, 是煤炭企业循环经济产业价值的形成。在这个过

程中，环境价值的形成主要依靠对煤炭生产废弃物进行层级循环再利用，从而降低企业因向环境中排放废弃物所付的环境成本并且能够通过废物利用获得一定的环境价值。

1 文献回顾与内涵界定

1.1 文献回顾

从上世纪 60 年代到 80 年代，在经历一系列全球性资源、环境问题对经济发展所带来的影响的痛苦之后，人类开始积极反思和总结传统经济发展模式不可克服的矛盾，努力寻找新的发展模式，探索能在提高经济效益的同时保护资源、改善环境的政策和发展战略，于是可持续发展——这一新的发展观应运而生了。1962 年，美国女生生物学家卡尔逊（Carson）发表了《寂静的春天》一书，对自然资源以及环境被破坏的现象表示深深的忧虑，该书使人们开始关切资源、环境问题。1966 年，英国经济学家鲍尔丁（K. E. Boulding）将系统方法应用于经济与环境相关性的分析，主张建立既不会使资源枯竭，又不会造成环境污染和生态破坏的能循环利用各种物质的“循环式”经济体系来代替过去的“单程式”经济。

在循环经济方面，学者们从不同角度对循环经济的运行机理和动力机制等方面进行了深入研究：张扬（2005）用博弈论分析了循环经济的合作机制；曹凤中（2005）从宏观上提出循环经济链作用机理；叶敏和万后芬（2005）从产品生命周期研究循环经济的实现过程；黄贤金（2004）研究了循环经济不同产业模式与政策体系；米潇（2008）从产业价值链的结构进行了研究；曹凤中认为产业生态链是推行循环经济的必要条件；张天柱认为循环经济的基本任务是沿着新型工业化方向建立生态产业系统，借以不断改进经济体系的生态质态，其核心内容可归结为产业的生态化。

综上所述，虽然国内关于循环经济运行发展的机理模式的研究已经较为细致，但循环经济价值链还有待进一步深入研究。因此，分解循环经济价值链的价值要素，研究在循环经济产业价值链中的环境价值的形成，是一项开拓性与战略性研究，尤其是在当下对环境日益关注的情况下，对学术界和实业界都具有重要的指导借鉴价值。

1.2 内涵界定

学术界对于循环经济本质和内涵的界定是有

差异的。产生差异的原因在于对“用于循环的资源”和“循环的方式”有不同的认识，可以大致区分为“狭义循环经济”和“广义循环经济”。“狭义循环经济”概念认为，循环经济是通过废弃物或废旧物资的循环再生利用来发展经济，也即利用社会生产和消费过程中产生的各种废旧物资进行循环、利用、再循环、再利用，以至循环不断的经济过程。“广义循环经济”认为，循环经济就是把经济活动组成为“资源——产品——再生资源”的反馈式流程，使所有资源都能不断地在流程中得到合理开发和持久利用，使经济活动对自然环境的不良影响降低到尽可能小的程度。

价值链的概念是由美国哈佛大学商学院教授迈克尔·波特于 1985 年在其所著《竞争优势》中提出的。波特认为“每一个企业都是在设计、生产、销售、发送和辅助其产品的过程中进行种种活动的集合体，所有这些活动可以用一个价值链来表明”。企业的价值创造是通过一系列活动构成的，这些互不相同但又相互关联的生产经营活动，构成了一个创造价值的动态过程，即价值链。循环经济产业之间之所以能够形成链条，是以存在合作的收益空间为基础的，这种收益空间就是循环经济价值链的价值基础。

参照学术界关于循环经济、价值链的内涵界定以及关于循环经济价值链的论述，对循环经济价值链作如下界定：通过价值生产活动将资源循环利用，形成“资源——价值——再生资源——派生价值”的反馈式流程，实现资源利用率和资源价值增值的最大化的动态长链过程。煤炭企业循环经济价值链中的环境价值的形成是指主要依靠对煤炭生产废弃物进行层级循环再利用，从而降低企业因向环境中排放废弃物所付的环境成本，主要包括废弃物污染造成的经济损失，包括堆存费、占用土地的经济损失、污染造成的经济损失、因排污而交的罚金等，并且能够通过废物利用获得一定的经济价值。

2 煤炭企业循环经济产业价值链的优化经济模型

我们基于循环经济的理念，以“资源——价值——再生资源——派生价值”的反馈式流程，参照陈定江（2002）“生态园区的 MINLP 模型”，将环境成本与社会成本同时考虑进去：

(1) 假定循环经济产业价值链上的两个企业

u 和 v。企业 v 的废物 j 引入到企业 u 中，部分或全部的代替物料 i；物料 j 也可以引入到链上的其他企业中去。企业间物流的连接要满足物料平衡关系，如公式 (1)：

$$\begin{aligned} f_{u,j} &= g_{u,j} - r_{i,j} \cdot f_{v,j,x} \\ \sum_x f_{v,j,x} &= g_{v,j} \\ f_{u,j} &\geq 0, f_{v,j,x} \geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

式中， $f_{u,j}$ 表示企业 u 的第 i 种物料输入中自身提供的部分， $g_{u,j}$ 表示企业 u 第 i 种物料的总输入量， $r_{i,j}$ 表示每替代一个单位的 $g_{u,j}$ ，需要 $r_{i,j}$ 个单位的 $f_{v,j,x}$ ， $r_{i,j} \cdot f_{v,j,x}$ 表示企业 v 的废物 j 引入到企业 u 中作为其输入物料的数量， $g_{v,j}$ 表示企业 v 废物 j 的总输出量。

(2) 假定只有当流量 $f_{v,j,x}$ 大于某个下限 $L_{v,j,x}^f$ 时，u 和 v 之间的物料 j 的连接才建立；建立物料连接可能还需要投资 I_u ，而只有投资在其回报率 N_u 达到一定的标准 S_u 才有可能进行。于是得到公式 (2)：

$$\begin{aligned} f_{v,j,x} - L_{v,j,x}^f &\geq 0 \\ N_u - S_u &\geq 0 \end{aligned} \quad (2)$$

由于经济学中“价值的形成”本质上是生产要素在转移自身价值时形成新价值的过程，在一定程度上可以用利润来定量的衡量。因此在假设 (1) 和 (2) 的前提下，得优化的目标函数如下：

$$\begin{aligned} \max J &= \sum_u (p_{sp} + p_{sb} \\ &\quad - p_r - p_b - p_w - p_f - p_s)_u \end{aligned}$$

目标函数是该产业链最大年利润，目标函数中的 p_{sp} 和 p_{sb} 代表链上企业出售产品和废弃物或副产品所得收入； p_r 代表购买新原料的支出； p_b 代表购买其他企业的废弃物为原料所付的支出； p_w 代表企业因向环境中排放废弃物所付的环境成本，主要指废弃物污染造成的经济损失，包括堆存费、占用土地的经济损失、污染造成的经济损失、因排污而交的罚金等； p_f 代表由于建立企业间的产业链所导致企业固定资产投资的增加； p_s 代表因向环境中排放废弃物所付的社会成本，主要指解决因排污造成周边社区的投诉而发生的费用、因资源浪费、环境污染产生

的一系列社会问题造成的费用等。

对于每一股物料连接，满足约束公式 (1)，其他约束包括原料供应约束、环境容量约束，投资规模约束、社会效应约束等。

3 环境价值形成机理

环境价值的形成主要依靠对煤炭生产废弃物进行层级循环再利用，从而降低企业因向环境中排放废弃物所付的环境成本，主要包括废弃物污染造成的经济损失，包括堆存费、占用土地的经济损失、污染造成的经济损失、因排污而交的罚金等，并且能够通过废物利用获得一定的经济价值。

3.1 生产成本的降低

生产成本包括废弃物的处理或排放成本 p_w ，原材料购置成本 p_r 及 p_b 等在内的生产用成本。煤炭产业是公认的污染较重、排放废弃物较多的行业。据统计，作为煤矿生产排放量最大的固体废物煤矸石，其产生量一般为煤炭生产的 10% 左右，每年预计增加 2 亿吨以上；煤泥作为煤炭洗选过程中的废弃物颗粒细，水分高，遇水即流失风干后飞扬，是矿区的主要污染源之一；另外，煤层气（瓦斯）、矿井水、伴生矿物、共生矿物等产量也十分惊人。如果这些废弃物或副产品一并自行处理，无论是排放、堆放还是做环保处理，费用都相当可观，在整个成本构成中将占有很大比例。而通过煤炭循环经济产业链，有再利用价值的煤炭生产废弃物都可以作为链上其他企业的原材料，形成多种产业链，如煤矸石—煤泥—热电—市场、粉煤灰—建材—市场、矿井水—净化—市场、高岭土—化工—市场等。如此变废为宝的策略对于产业链上游煤炭生产企业来讲，废弃物或副产品的处理或排放成本 p_w 因出售废弃物或副产品所得收入 p_{sb} 相应提高，于是在假定模型中其他参数不变的情况下，利润 J 得以提高，价值得到优化。

对于链上利用煤炭生产废弃物或副产品的企业来说，如利用煤矸石、煤泥或瓦斯的电厂、利用煤矸石、粉煤灰的建材厂商及利用掘进或露天剥离废石的建筑企业等，其成本优势即在于：因为所用的原材料是上游企业的废弃物或副产品，因此通过协议即可以用相当低廉的价格购买，甚至是无需购买就可得到，因此购买新鲜原料的支出 p_r 大幅削减，购买其他企业的废弃物为原料

所付的 p_b 支出又非常少；并且还很有可能因主动收购废弃物或副产品而得到一定的政策优惠，从而使得成本进一步削减，假定其他参数不变的情况下，利润得到提高。

3.2 交易成本的降低

由于煤炭生产废弃物种类多、数量大、污染重，造成煤炭资源循环利用技术及其设备的投资大、专用性强，如矸石和煤泥混烧的循环流化床锅炉燃烧技术（单台容量 410t/h，年可消耗煤矸石 150 万 t）、循环流化床炉内脱硫技术和静电除尘技术、各种类型的矿井水资源化利用技术等。如果使用效率不高，造成 $N_u - S_u \geq 0$ 则价值优化模型的约束条件无法满足，构成极大的投资浪费，所以投资决策前企业会非常谨慎。而煤炭循环经济产业价值链形成后，由于链上的企业大都属于不同的产业，形成的产业链较丰富，可以使资源层级循环利用，并且需求废弃物与供给废弃物的企业和规模都相对固定，加之还可能享受一定的优惠政策，因此使得资产专用性风险大大降低。

3.3 原材料的稳定供给

由于链上容易形成大批量、连续性和质量稳定性强的产品需求与供给，因此担心交易产品数量质量不稳定而产生的不确定性影响也大大降低。再者，只要链上企业的生产经营活动不停止，那么链上的交易就不会中断，交易的高频率就有保证，模型的约束条件 $f_{v,j,x} - L_{v,j,x}^f \geq 0$ 得到满足。

综上，纵然在建立产业链之初时会存在一定的交易费用，但煤炭企业以上的特点及资产专用性、不确定性和交易频度决定了建立产业链后交易费用会得到有效降低，原来的废弃物的综合利用是环境成本转化为环境价值。

4 以山东新汶矿业集团为例

煤矸石是煤矿生产过程中产生的主要废弃物，我们以山东新汶矿业集团的煤矸石处理为例，分析在循环经济产业链中的环境价值的形成。

4.1 煤矸石的数量以及对环境的危害

新汶矿业集团自 1998 年以来，每年生产原煤 1300 万吨，由于地质条件差，煤层薄，煤层赋存不稳定，每年产生煤矸石约 262.81 万吨，除部分被利用外，其余均处置在矸石山。某矿井，2004 年煤矸石产生量为 262.81 万吨。截止到 2004 年底该矿区累计煤矸石堆存总量已达 4072.03 万吨，占地总面积 132 亩。

煤矸石的大量堆放一方面占用大量的土地面积，另一方面还在影响着比堆放面积更大的土地资源，使得周围的耕地变得贫瘠，不能被利用。这对矿区的生态环境造成了严重危害。煤矸石山在雨水淋溶作用下形成的酸性水渗透到地下，还会污染地下水。由于煤矸石长期露天堆放，矸石内部的热量逐渐积累，当温度达到燃点时，矸石中的残煤及其它可燃物便可自燃。不仅使宝贵的资源白白浪费，而且燃烧过程中排放大量二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物及烟尘等，严重污染大气环境，危害人民的身体健康！对于正在自燃的矸石山，如遇淋溶水的渗入，受热后水气急剧膨胀易引起爆炸危险。

4.2 煤矸石综合利用

新汶矿业集团在煤矸石治理利用方面做了大量工作，包括矸石山灭火，矸石山绿化，矸石回填等。煤矸石综合利用从无到有，从七十年代矸石回填铺路，八十年代利用矸石生产建材产品、再洗加工，到目前已发展到矸石炉渣水泥、发电供热、建材生产等煤矸石综合利用厂网点 30 余个。

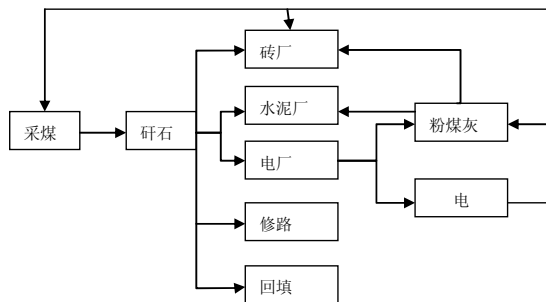


Fig. 1 Ganguer comprehensive utilization diagram
图一 煤矸石综合利用示意图

4.3 煤矸石利用的环境价值收益

以山东新汶矿业集团为例，我们分析其煤矸石利用的环境价值收益，我们通过对山东新汶矿

业集团的 2002-2009 年资料调查，选取近几年环境价值收益情况：

Tab. 1 Environmental value of gangue use of Shandong Xinwen Mining Group
表 1 山东新汶矿业集团煤矸石利用的环境价值收益

项目	内容	环境价值收益
煤矸石发电	协庄、华丰、张压、良庄、潘西鄂庄、霍镇等 10 座综合利用电站	项目总投资为 35780.91 万元，财务内部收益率 14.16%，财务净现值 9532.22 万元。总装机容量 375MW，年消耗煤矸石 123 万吨。
煤矸石制水泥	新矿集团 5 座水泥厂，利用煤矸石代替粘土烧制硅酸盐水泥熟料获得成功。	总投资为 3360.4 万元，财务内部收益率为 13.01%，投资利润率为 21.8806，年平均利润总额为 1368.25 万元。年利用矸石、粉煤灰近 45 万吨。
煤矸石制砖	新矿集团先后建成 6 座矸石砖厂。	煤矸石砖年产量达到 3.5 亿块标砖，年消耗矸石 115 万吨。节省粘土 105 万吨，可节省制砖用煤 3.6 万吨。
煤矸石筑路	莱芜市城市公路、京沪高速路化马湾至临沂段筑路路基、博山至徐州的博徐路、新泰至莱芜段横穿孙村和张庄煤矿之间公路	耗掉孙村和张庄两矿现有煤矸石储量的 65% 即 812 万吨，可空出矸石占用土地 253.6 亩。总计可空出矸石占用土地 306.7 亩。据估算，经济效益为 1073.45 万元(地价 3.5 万元/亩)
煤矸石、粉煤灰覆土造田	对汉河两岸的采沙坑、塌陷区进行复垦覆土造田	直接经济效益为 14878.5 万元。同时由于矸石回填，必然空出矸石山所占土地，可空出矸石山占地面积约 400 余亩，经济效益为 1496.82 万元。

5 结论

在循环经济的理念下，原本属于废弃物的物品可以转化为对人类社会有价值的产品，在转化的过程中，减少了对环境造成的污染，创造了环境价值。本文针对煤炭循环经济产业价值链的价值形成问题进行研究，在总结论述了循环经济理论及产业链、产业价值链理论的基础上，运用定量与定性的方法提出了煤炭循环经济产业价值链的环境价值形成机理模型。

按照循环经济减量化原则，减少废弃物的产生和排放；进而通过对煤炭及其剩余物进行尽可能全面的用途分析，建立联结点，构建产业价值链，使得资源再利用再循环，形成新的价值通道，延伸产业链，使得环境成本转化为环境价值。

本文在前人的研究基础上建立了煤炭循环经济产业价值链价值优化模型，并据此分析论证了煤炭循环经济产业价值链价值结构中环境价值的形成机理。经过分析可知：通过煤炭循环经济产业价值链中煤炭及其副产品及废弃物的层级循环利用，产生了生产成本、交易成本等有效降低的低成本优势带来的经济收益、因出售高附加值产品和废弃物或副产品带来的经济收益，降低了企

业因向环境中排放废弃物所付的环境成本 P_w ，从而形成了环境价值。

References (参考文献)

- [1] Dan-Li Xi. *Cleaner Production and Circular Economy* [M]. Beijing: Chemical Industry Press, (2005)
奚旦立. 清洁生产与循环经济[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005
- [2] Yusuke Kuzuhara . Biomass Nippon Strategy—Why “Biomass Nippon” now?[M]. Biomass and Bioenergy, Volume 29, Issue 5, November 2005
- [3] Olle Hage. The Swedish producer responsibility for paper packaging: An effective waste management policy[J]. Resources, Conservation and Recycling, November 2006
- [4] Ding-jiang CHEN, You-run LI, etc.. MINLP model of eco-industrial parks [J]. Process Engineering, February 2002.
陈定江, 李有润等. 生态工业园区的 MINLP 模型[J]. 过程工程学报, 2002, 2
- [5] Huanzhong Wang. Xinwen Mining Group Products Industry Chain Research and Application of [D]. Shandong University of Technology master's thesis, May 2006
王焕忠. 新矿集团煤炭产品产业链延伸的研究与应用[D]. 山东科技大学硕士论文, 2006, 5
- [6] Huan Li, Yi Liu. Based on the Value of Value Creation Network Management: Characteristics and Forma-

tion[J]. Management Science, 2001

李桓, 刘益. 基于价值创造的价值网络管理: 特点与形成[J]. 管理工程学报, 2001, 15

[7] Xiaoying Chi. Guo-Liang Xuan. Summary of value

chain research and development [J]. Foreign Economic and Management, 2000, 22

迟晓英, 宣国良. 价值链研究发展综述[J]. 外国经济与管理, 2000, 22